

200834

基本馆藏

水电站 水工建筑物的修理

苏联B. П. 列普金著



水利电力出版社

9
288

水 电 站 水工建筑物的修理

苏联 B.П.列普金著

郑璋煜 鞠泽民译

水利电力出版社

內 容 提 要

本書系統地闡述了水电站各种水工建筑物的修理問題。書中介紹了进行水工建筑物修理的組織工作，并以苏联和其他国家的建筑物为例来研究水工建筑物的預修、大修及小修的合理方法，

本書可供从事水电站运轉的工程技術人員用，也可供高等学校水利工程系的学生閱讀。

В. П. РЕПКИН

РЕМОНТ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ГЭС

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ МОСКВА 1952

水电站水工建筑物的修理

根据苏联国立动力出版社1952年莫斯科版翻譯

郑譚煜 魏泽民譯

*

1188S307

水利电力出版社出版(北京西郊科學路二里驛)

北京市書刊出版業營業許可証出字第106号

水利电力出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

850×1168 $\frac{1}{2}$ 开本 * 558印張 * 146千字 * 定价(第10类)1.00元

1958年10月北京第1版

1958年10月北京第1次印刷(0001—4,300册)

前 言

本書，如我們所知是刊載有关水电站各种水工建築物修理問題的系統材料之初次嘗試。這些問題的范围极为广泛，包括因建築物的正常工作遭到破坏和耐久性被削弱而引起的預修、小修和大修的組織工作及其实施方法。

关于水电站水工建築物的改建（重建）和水电站的水力机械和电气設備的修理問題，本書不作敘述。

本書着重敘述混凝土建築物（特別是壩）的修理工作的組織。因为混凝土建築物在水电站建設中的比重和意义是特別重大的。其次是土工建築物、木建築物和金屬建築物，关于这些已有发表过的著作。

書中运用了国内外的水工建築物的修理經驗，国外的經驗有时告訴我們，为謀私人資本主义建築公司的利潤所左右而作出不能容許的技术决定的显明事例。

本書是初次嘗試，謬談之处在所不免，對本書的一切意見、指教和建議，請寄：莫斯科水閘河岸街十号国立动力出版社。

目 录

緒 論	4
第一章 水工建筑物的运用和修理	6
1-1 保持建筑物的耐久性	6
1-2 水工建筑物正常工作被破坏的各种原因	9
1-3 修理工作的种类	10
1-4 水电站修理工作的特点	11
1-5 預修	15
第二章 小修	17
2-1 土工建筑物	18
2-2 木建筑物	23
2-3 混凝土建筑物	24
2-4 金属建筑物	31
第三章 大修工作的附属工程	36
3-1 宣泄施工期间的流量	36
3-2 修理区外圍的圍堰	37
3-3 大修时的水下工作	45
第四章 土壩和木壩的大修	51
4-1 土壩	52
4-2 木壩	65
第五章 恢复混凝土壩的密实性与不透水性	69
5-1 防水面层与防水外壳	70
5-2 混凝土的噴漿盖面	74
5-3 在迎水面建造保护壳	78
5-4 混凝土的水泥灌漿、矽酸鹽灌漿和瀝青灌漿	80
5-5 以新混凝土替换已破坏的混凝土	83
第六章 混凝土水工建筑物的加固	92
6-1 整体性的恢复	92

6-2 稳定性的提高	96
第七章 水工建筑物各部分因机械作用而引起的损坏的	
消除	103
7-1 损坏的原因	103
7-2 下游的破坏和修理	107
7-3 水电站尾水管的修理	123
第八章 建筑物基础中的防渗措施	128
8-1 防渗方法	128
8-2 建造帷幕的修理工作	134
第九章 引水建筑物的大修	139
9-1 引水渠	139
9-2 水工隧洞	152
9-3 压力输水管道	159
9-4 日调节池	165
第十章 设计水工建筑物时预计修理工作	168
10-1 个别建筑物的强度与稳定性余裕降低的可能性	168
10-2 设计时考虑修理工作	170
附录	173
参考文献	176

緒 論

苏联人民为建設共产主义社会創造物質-技术基础，每年使一批一批嶄新的水力和火力发电站、現代化設備的工厂和其他工业企业投入生产。企业的生产能力逐年上升，所以建設的規模也相应地扩大。

水电站建設方面的这种上升情形尤其显著。第聶伯和伏尔加建設当年的雄偉規模現在已大大讓步給古比雪夫、斯大林格勒和卡霍夫水电站——規模巨大的偉大的共产主义建設。

在我們社会主义經濟条件下保証較早投入生产的企业以最大可能的使用期限是具有重大意义的。这就使管理企业的人員肩負起特別重大的責任。管理的主要課題决定于被管理的企业的經濟組織，在这种組織下，全部建筑物、机組和机器首先要創造成本最低、質量合格的最大数量的产品；第二要在最大可能期限內能够不間歇地工作。对于解决这一主要問題的第一部分給予特別重大的注意。在各車間和工厂間展开了为超額完成生产計劃的全国性的社会主义竞赛和提高产品質量、降低产品成本的巨大运动。如所周知，由于我們企业中劳动生产率的提高，1951年苏联工业产品几乎增長了三分之二。

水电站的管理人員同样为全面的改进水电站的工作質量指标进行着竞赛。同时对于改进水电站的工作質量指标、組織和进行竞赛最主要的是在于合理运用和延長水电站的水力机械（水輪机、閘門、油设备等）和电气设备（发电机、仪表、升压降压变电站、輸电綫等）的工作效能。在这方面应組織竞赛結果的示范表演，交流运用經驗，推广快速修理的典范和方法，召开有快速修理先进工作者参加的设备修理會議。

对于問題的第二部分的解决，即延長建筑物不間歇地工作的

期限，遺憾的是管理人員剛在开始注意但尚未对此問題予以应有的重視。对于組織合理运用，保持工作能力和保證水电站数目繁多的和各式各样的水工建筑物的最大耐久性等問題注意的很不够。

对水电站建筑物实行合理运用是特別重要的。这里大部分的投資是属于复杂的和昂貴的水工建筑物的，这些建筑物初看起来是不需要管理人員对它特別注意和关怀的。

但是这种想法是錯誤的。水工建筑物，而特別是水电站建筑物是在特別艰巨的条件下工作的。它們不象大多数工业企业那样建筑在特別选择的較好的地方，而是建筑在地面（河床）最容易变形的地帶上，遭受着巨大的水压力，遭受着在洪水时期經過建筑物从相当高度跌落下来的大水的冲刷作用，遭受着冰和波浪的作用，也遭受着地面和地下滲流的侵蝕作用等。其次，水工建筑物本身的相当大的一部分和它的基础很少能得到观察，因为它们是在水下的。

这些情况造成对水电站水工建筑物必須进行仔細的和經常的監督，查明它們的一切弊病，通过修理工作进行及时的質量良好的修复。

第一章 水工建筑物的运用和修理

1-1 保持建筑物的耐久性

建筑物的耐用年限不仅有賴于正确設計建筑物的尺寸，对其用料的合适性和建造建筑物时的准备与澆灌工作的質量，而且也有賴于合理的运用、必要的观察和对建筑物的养护工作。

水电站的水工建筑物的运用必須保証尽可能的延長每一建筑物的耐用年限。

正确运用建筑物的基本要素是：

- 1) 对各个建筑物或建筑物綜合体实行最合适的运用制度；
- 2) 通过观察和測量对建筑物进行經常的监督；
- 3) 确定建筑物的正常状态和正常工作被破坏的原因；
- 4) 通过必要的修理使建筑物重新恢复正常工作状态。

这些运用的基本要素的执行是保証正确設計和良好建造成的水工建筑物的使用年限（耐久性）。正是建筑物的耐用年限（參看附录）决定每年的基本折旧和大修折旧之值。包括在水电站的电力年度生产成本中的这些折旧費占各种类型水电站全部造价的2.2~4%。

每年的折旧費乃是計算电力成本时的年度費用总额之主要部分（达70%）。与此相反，在火力发电站中燒掉的燃料費用和广大的管理人員的薪俸，乃是年度費用的主要組成部分，折旧費的比重仅占15%左右，即减少了四分之三。

在战前苏联大多数水电站用于大修的实际費用不超过水电站造价的0.1~0.2%，因此这就合乎定額自折旧費的 $\frac{1}{20} \sim \frac{1}{5}$ 之限度內使用的。这一情况可以苏联水电站龄期短作为部分解釋。目前許多水电站的龄期將近25年，因之許多水电站对大修的要求不可避免的將要扩大，关于这一点我們現在也可部分的观察到。

在相当一部分水电站中用于修理上的費用很少，是說明他們

不了解及时进行修理的意义和拖延修理工作的危害后果。

因此，保证建筑物的最大耐用年限问题，不仅是技术问题，而且也是经济问题，因为降低产品计划成本之可能性，即降低水电站电力成本之可能性依靠这一点。

水电站管理人员必须通过对建筑物的合理运用、经常的养护、进行及时的和比较便宜的预修和小修来保证建筑物最大耐久性和大修的最小工程量；在必要情况下仍然还要进行大修，而这种大修的完成，在技术上必须是完善的，在质量上必须是良好的。

建筑物的技术管理工作，特别是水电站的水工建筑物的技术管理工作是工程事业极重要而有意义的领域。这方面不仅水电站的管理人员必须掌握，而且对于水电站每一个设计工作者和建设者也必须很好地懂得。他们应在设计和建设当中就考虑到以后的运用条件和预料到他们所设计和建设的水工建筑物实施修理工作的可能性和方法，并且在考虑到实施这种修理的各种条件和特点。

管理工作中的基本任务之一是预防建筑物工作能力可能被破坏，而且在水工建筑物正常工作遭到破坏的一切可能条件下及时采取预防发生破坏的措施，对已发生的破坏采取消除和对建筑物的工作能力采取彻底恢复的措施。必须估计到建筑物工作能力的削弱常是慢慢的和不知不觉的发生的，所以会使管理人员产生平安无事的错误感觉，因此失去了警惕，本来可以很容易避免的事故，而这时就造成了突然的严重事故。

在水电站运用的初期，有时修理工作的必要性已出现。这个修理的原因不是由于建造质量不好就是由于通过建筑物宣泄施工期流量的方式不对或由于水电站还未完全建成前就投入生产所致。

为了对每一个水电站预防建筑物的正常工作可能被破坏，水电站车间的工作人员必须按照“发电站和电站网技术管理规程”（文献1）之规定对全部水工建筑物进行经常的观察工作。

根据受地面和地下水流水头和流速影响，以及受波浪、不动

的和流动的冰及冰雪块等之影响的水工建筑物的特别艰巨的工作条件，来确定对水工建筑物状态和工作的极全面的观察(文献2)。正确組織这种观察工作保证了必要修理的种类和及时性。

每一个水电站均应正规范地作各个水工建筑物的观察和检查记录。在这个记录簿上应記載：

a)描述在检查或考察时所发现的建筑物全部弊病及其发现的时间；

6)被损坏的建筑物的检查书和建筑物或结构的事事故鉴定书；

b)按照預修和大修的次序記載所进行的修理工作，注明其完成日期和修理工作的工程量及費用；

r)有关大修工作直至修理完毕后建筑物验收为止的一切记录。

水电站的每一建筑物都应有根据該建筑物的竣工图而編制的技术鉴定书。在此鉴定书中载入在建筑物运用过程中所发现且被特殊文件固定下来的一切损坏和失修，以及由于修理和改建而造成建筑物的一切变化。

遗憾的是水电站水工建筑物的合理运用問題，而特別对建筑物組織和实现修理的問題还没有很好的研究和規定。

正在进行生产的水电站之运用經驗和所进行的修理經驗沒有加以整理和尚未达到在其他水电站也能够推广利用的程度。

在水电站水工建筑物的运用方法上和对其实施修理工作上在个别地区的电站中发生各自为政的現象。

1946年电站部頒布的“引水式水电站水工建筑物管理标准条例”关于水工建筑物养护工作的指示包含的不够，并且关于修理工作仅仅作了极簡短的指示。

河床式和壩后式水电站的运用經驗的研究目前也还没有系統化和合并在类似“标准条例”之类的文件中。

于是，目前水电站的管理工作对于水工建筑物实行监督与养护和修理工作的合理組織与进行都沒有指导性指示性的材料。

无疑的，組織修理工作的正确資料、总结修理經驗、編制关

于各种修理工作的技术规范及标准的必要性已经成熟。

1-2 水工建筑物正常工作被破坏的各种原因

水工建筑物的耐久性问题，在普遍建设大量水电站和水工建筑物综合体的时候，尤其是在建设一些属于伟大的共产主义建设工程的今天，乃是极复杂和在国民经济中具有特殊意义的问题。

水工建筑物的耐久性主要决定于组织设计及进行勘测工作的质量、施工质量及所使用的建筑材料之质量、对建筑物的管理和养护的质量。关于设计和施工质量问题因为不是本书讨论的课题，所以不涉及很多，而只谈谈运用水电站的起初几年就必须进行修理工作的施工质量方面的一些个别问题。关于这方面的問題包括：质量不好的材料之使用、冻土之使用和不經洗净的材料之使用等，以及以現有庫存材料代替必要材料；工作完成的不够仔細（混凝土中有气泡、混凝土澆灌在冻土地基上、填土碾压不实、反濾层和排水的质量不好等等）；不遵守材料运输要求和澆灌要求（混凝土的分离、混凝土养护不好、模板拆除过等等）。

尚未建设完全的水电站就移交生产，对于正常运用水电站的建筑物是有困难的。可能有时水电站沒有按設檢查測量仪器或者虽安設了设备但在施工期間給弄坏了（灌滿了混凝土的或被弄弯了的測压管等），可能有时水电站的場地沒有清理，当水电站投入生产时，淹沒在水下的建筑物沒有清除建筑廢墟和材料。在河床上，尤其是下游被遺留下来的木框式的或其他的圍堰殘留物和临时支撑等殘留物有时会造成很大的危害。

保证設計正确、建造良好的建筑物的耐久性的原則是：实行合理的运用、建筑物的优良工作制度、对建筑物經常良好的养护、对被损坏部分和建筑物进行及时的和质量良好的修理工作。

互相交流水工建筑物的运用經驗具有特別重大的意义，遺憾的是这种交流經驗沒有在应有的范围内开展。在这方面，莫斯科运河管理局和烏茲别克电业局的例子是大有教益的。它們很注意研究自己建筑物的运用經驗和尽量傳播自己的經驗。梯比利斯水

电科学研究所也进行了引水式水电站工作经验的巨大研究工作，但遗憾的是没有广泛的和及时的发表他们的工作成果。壩后式和河床式水电站的运用经验的研究工作直到现在也仍还不够。

必须系统地集中水电站中所积累的一切对水工建筑物运用和工作状态的經驗，加以研究总结和推广，將現有的錯誤作为今后消灭錯誤的警惕，而这些經驗不致只停留为某一个水电站或地方管理局的財富。

在小修和大修方面也是这样的情况。在许多情况下修理工作是根据水电站水工車間的力量和可能，以手工业方法来完成的。水力机械和电气设备的大修工作在许多地方电业局是集中进行的，結果作得很好。于是，在列宁格勒电业局和烏茲別克电业局都建立了集中的修理厂和實驗室，同时使修理工作队专业化，因之不仅能提高修理工作的質量，而且也大大的加快了修理速度。为进行水工建筑物的修理工作还必须建立配备有必要輔助設備的各种专业化機構。

这些专业修理機構应当設在区域水电站建設机关（斯維里工程局、中亞細亞水电站工程局和格魯吉亞水电站工程局等）之下，因为这就便于同一类型的修理工作和适合于代表該区域水电站特征的水工建筑物同样型式及断面的修理工作，或者在大型电力系統中类似热电站那样設立“外业”工程車間。后者是苏联电站部交流快速修理經驗全国會議所建議（文献44）。

1-3 修理工作的种类

在水工建筑物的运用过程中，修理工作有三种主要类型：預修、小修和大修。

理解小修和大修之間的明析界綫是很困难的，尤其是考虑到水工建筑物的正常工作被破坏时的多样性就更难明析的分开。所以下面的規定是含有某些条件性的。

預修是从小修工作内容里分出来的所謂預防或防护修理，就是預防任何損坏或推延可能出現損坏的期限的修理保护措施。这

种修理或是由水电站的管理人員根据产生修理必要性的程度馬上进行，如果延期修理不合适的话；或是每年按照計劃次序根据專門的計劃和进度表来进行。

小修是依靠按电站部管理总局批准的專門預算，撥給水电站管理处的每年專門撥款来完成的。

其实，在小修工作中包括运用过程中所发现的水工建筑物的损坏或缺陷之修复措施。各种水工建筑物之小修的内容和說明在第二章內叙述。

小修是仅在被修理的建筑物不大一部分上推行的修复工作，在进行这种修理工作时不要求复杂的技术措施和设备或改变建筑物的構造。

进行小修时，对建筑物和構件禁止違背施工設計而进行修改和改造。只有在設計沒有考虑到的、威胁着建筑物或構件的完整性及其完善作用的現象下才可以这样作。在这些情况下应立即采取消除在建筑物中所发现的缺陷的措施，随后即应呈报管理該水电站的部的总管理局批准。

大修包括水工建筑物的大部或巨大部件的修理，同时也包括要求复杂的技术措施或关系到变更原来構造的修理工作。它是在早已被损坏的或是在个别部分已达到极限使用年限的情况下进行的。有时大修是与施工时不小心的因素影响下之损坏分不开的。

大修是靠水电站个别建筑物的建筑造价而定的每年大修折旧来实现的。每年大修折旧是專为大修提供基金，并集中于电站部电业总局。

1-4 水电站修理工作的特点

水工建筑物的修理工作的性質和内容是各式各样的。自最简单的更换个别零件起，到需要进行長期考察和研究建筑物中发生弊病的原因，以复杂的方法来修复建筑物为止。

在实施修理时，有时必須进行科学的考察和在建筑物上設置輔助的檢查測量仪器以及为研究个别的不易查明的过程而設置專

門的計量記錄儀器。在許多情況下，修理工作之實現引起了关于建立修理的科学研究机关的必要性。

在緊迫的期限內來完成修理工作是必要的，因它关系着水电站的停工或降低它的出力和生产等之不适当的現象。同样力求修理工作降低費用与提高質量也必須貫徹修理工作的快速施工法。

建筑施工过程和修理主要工序的机械化和工厂化的方法，“小规模机械化”的广泛运用，流水作业和循环作业，輔助企业、运输工具、材料、必要的工具和設備之及时准备，明确的經周密考虑的施工計劃——这一切也完全應該运用在修理工作中。必須考虑和推广許多热电站的快速修理經驗和在水电站修理工作中具有先进經驗的电业管理局的經驗。

特別是應該利用一貫实行在假日三天停工期間內进行渠道修理的烏茲別克电业管理局的經驗。

关于修理問題的多方面性，发现問題的新穎和独特性，为新的修理方法、为利用工人的智慧和进行修理的工作人員的主动創造精神提供了广泛的可能。

在本書中所列举的事例，指明了那些是失敗的和考虑不周的。必須考虑这些失敗的教訓，以免犯同样的錯誤。

为进行通航的、灌溉的和許多其他水工建筑物的小修和大修，可以利用它們工作的季节性質，而且修理措施一般是在秋冬时期，这时有可能除去建筑物上的水头，放干輸水建筑物和在干的或在水位降低的情况下进行施工。

与这一要求不同之点是水电站工作的連續性和不間歇性，尤其是秋冬季是电力負荷的頂峯时期，对相应的水工建筑物进行小修和大修帶來相当的复杂性。水电站的大修最好是在一年中的暖和时期进行，这不仅是因为在这个时期的电力負荷小，而且也因为照顧实施修理时費用低和获得更大的方便。关于进行小修的期限和順序在第二章說明。

个别水工建筑物的大修，根据整个水电站在电力系统中的工作条件和被修理的水工建筑物在水电站其他建筑物綜合体中的工

作条件可在下列情况下进行：

不降低水电站的出力和生产，不强迫降低上游水位和不强迫降低通过水轮机的流量；

借降低水库水位和通过水轮机的流量来降低水电站的出力和电能的生产，但水电站不停工；

在水库计划完全放空时期和除去建筑物上的水头；

在为了有计划地检查机组、修理和更换水力机械设备而使水电站停工的期间，或在对该水电站的基本消费者停止供电之时；

为进行大修，水电站临时停工。

对于后两者的情况也可利用在“五一”节和十月革命节的假日水电站暂时停工。在此电力系统中有巨大的季节电力输出时，靠利用此系统中的相应的季节水电站使该水电站脱离生产是不太可能的。

上述方法的选择是根据工作内容、计划修理的性质和复杂性，根据当地自然条件以及根据该水工建筑物在个别季节内保证水电站正常工作的作用等。方法的正确选择，不仅是经济问题，而且也是新计划的整个措施的成效之先决条件。

在着手修理个别建筑物之前，首先必须根据技术上必要的最短期限制订修理工作的组织设计和施工进度计划，这个最短期限要保证最简单、最快的和最省的来实现修理工作之可能性。按照全苏电站部所属企业快速修理经验交流会议（1950年4月）的决议，大修的組織設計应当预先制订好，即在修理工作开始前制订。

按照运用条件，大修工作一般是不得不在建筑物有水头、有水并且水有流速时进行。这就是水电站水工建筑物所特有的特别修理方法和施工組織措施之采用的先决条件。

第一、在进行修理期间，建筑物承受负荷而工作，不准采取削弱建筑物的措施，因为这种措施会引起建筑物的破坏。

第二、不可能在许多情况下对建筑物降低水头，有时水头相当大，这就造成必须在深水下进行各种水下工作或者采取使被修

理的空間与水隔离的特別措施。

第三、进行修理时，必須尽可能的改善建筑物的狀況和可靠性，同时也必須改善它的运用条件，因此，必須利用水电站建設方面的一切科学上的和技术上的最新成就。

按照下列方案中之一进行修理工作：

а) 一般是在停止該建筑物的工作和把水放干的期間进行。下面講的日調節池、空的洩水渠、溢洪道的背水面以及其他临时停止工作的部件和水电站建筑物（沉砂池、魚道、筏道、船閘）的修理例子便是典型的情形。

б) 在临时关闭該建筑物（管綫）或建筑物的一部分（沉砂室、进水部、机組）以已有的工作閘門或修理閘門来隔开它們的开始地段和末尾地段的情况下进行。

в) 在利用圍堰、浮动吸附閘室和其他设备的人工方法隔离建筑物，然后进行排水和放干后进行工作。下面講的壩的迎水面和护坦等的修理例子就是典型的情形。

г) 利用水下工作設備（潛水鐘和气压沉箱等）进行。下面講的高壩护坦的修理就是典型的情形。

д) 采用从水面上实现水下和地下工作的方法（水下冲填土或抛石、沉排、水下灌澆混凝土、沉井、重型沉箱、混凝土的水泥灌漿和地基固結等），下面講的許多例子都是典型的情形。

开始进行水电站的任何水工建筑物的大修时，必須对所有資料进行仔細的分析和查明这些現象的原因，以便对建筑物今后的修复作出正确的結論。这些資料包括：建筑物的原始資料和对其監督的綜合結果、檢查測量仪器的观察材料、建筑物变形过程或破坏过程的观察材料等。同任何因素的有害影响作斗争，如果不消除或至少不削弱弊病起因的作用，则仅是暂时中止破坏过程之治标的临时措施而已；建筑物工作能力之恢复的根本措施才是大修的基本任务。

在水电站总工程师领导下，并有水力專家参加的專門委员会，在研究了运用当中所整理出来的以往对建筑物的日常观察材